

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANTS: Bernhard REICHEL et al CONFIRMATION NO.: 6891
SERIAL NO.: 10/808,928 GROUP ART UNIT: 2816
FILED: March 25, 2004
INVENTION: "MICROWAVE CERAMIC FILTER WITH IMPROVED
COUPLING AND METHOD FOR THE PRODUCTION
THEREOF"

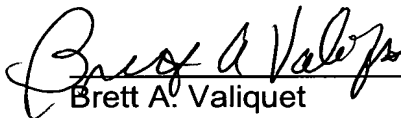
Commissioner for Patents,
P. O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

SIR:

Applicants herewith submit a certified copy of German Patent Application No. 103 13 336.4 filed in the German Patent Office on March 25, 2003 on which Applicants base their claim for convention priority under the provisions of 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,



(Reg. #27,841)

Brett A. Valiquet
SCHIFF HARDIN LLP
Patent Department
6600 Sears Tower
Chicago, Illinois 60606
Telephone: 312-258-5786
Attorneys for Applicant
CUSTOMER NO. 26574

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P. O. Box 1450, Alexandria, VA. 22313 on June 18, 2004.



BRETT A. VALIQUET

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 13 336.4

Anmeldetag: 25. März 2003

Anmelder/Inhaber: EPCOS AG,
81669 München/DE

Bezeichnung: Mikrowellenkeramik-Filter mit verbesserter
Ankopplung und Verfahren zur Herstellung

IPC: H 01 P 1/205

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wallner

Beschreibung

Mikrowellenkeramik-Filter mit verbesserter Ankopplung und
Verfahren zur Herstellung

5

Ein bekanntes Mikrowellenkeramik-Filter besteht aus zumindest einem Resonator, der in einem dielektrischen keramischen Grundkörper ausgebildet ist. Dazu weist der Grundkörper eine zentrale Bohrung auf, deren Innenwände metallisiert sind.

10 Auch die Außenwände des keramischen Grundkörpers sind mit Ausnahme einer Stirnfläche metallisiert und an der Kurzschlußseite, die der nicht metallisierten Stirnfläche gegenüberliegt, mit der metallisierten Bohrung kontaktiert. Galvanisch von der Außenmetallisierung getrennt befinden sich
15 an einer Seitenfläche elektrische Anschlußflächen, die zur kapazitiven Ankopplung an die metallisierte Bohrung, die den eigentlichen Resonator darstellt, dienen und daher Ankoppelstrukturen darstellen.

20 Bei einem solchen Filter entsteht allerdings das Problem, daß die Anpassung des Filters an die Impedanz der Schaltungsumgebung von der Kapazität zwischen den Anschlußflächen auf der Außenseite des Grundkörpers und der Metallisierung in den Resonatorbohrungen abhängig ist. Diese wiederum ist von der relativen Anordnung von Resonatorbohrung zu den Anschlußflächen
25 sowie von deren Größe abhängig. Da das Bauelement aber gleichzeitig über die Ankoppelstrukturen elektrisch kontaktiert und dazu insbesondere auf einer Platine verlötet wird, besteht hier eine wechselseitige Abhängigkeit zwischen der
30 Lage der Ankoppelstrukturen auf dem Grundkörper und der Geometrie der entsprechenden Kontaktflächen auf der Platine. Es ist daher nicht ohne weiteres möglich, die Lage der Ankoppelstrukturen am keramischen Grundkörper zu verändern, ohne gleichzeitig ein Neudesign des gesamten Filters durchzuführen.
35

In der EP 0 809 315 A1 wird vorgeschlagen, die Ankoppelkapazität nicht allein zwischen den Resonatorbohrungen und den Anschlußflächen auf der Außenseite herzustellen, sondern zusätzlich auf der ansonsten von Metallisierungen freien Stirnfläche des Grundkörpers Ankoppelstrukturen vorzusehen, mit denen sich eine gewünschte Kapazität zwischen den Anschlußflächen und den Resonatorbohrungen einstellen läßt. Diese zusätzlichen, mit den Anschlußflächen elektrisch leitend verbundenen Ankoppelstrukturen werden wie die übrigen Metallisierungen nach bekannten Verfahren aufgebracht, beispielsweise in Form einer silberhaltigen Siebdruckpaste aufgedruckt und eingebrannt. Möglich ist es auch, diese Metallisierungen ganzflächig aufzubringen und anschließend zu strukturieren. Beide Möglichkeiten erfordern jedoch einen hohen Verfahrensaufwand, der die Herstellungsdauer verlängert und den Kostenaufwand für das Bauelement erhöht.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Mikrowellenkeramik-Filter anzugeben, das eine verbesserte Ankopplung erlaubt und einfach herzustellen ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Mikrowellenkeramik-Filter mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung und insbesondere ein Verfahren zur Herstellung des Filters sind aus weiteren Ansprüchen zu entnehmen.

Das erfindungsgemäße Mikrowellenkeramik-Filter besteht wie bekannte Filter aus einem keramischen Grundkörper, der eine metallisierte Bohrung aufweist. Die Außenflächen des Grundkörpers weisen eine geschlossene Außenmetallisierung auf, wobei eine Stirnfläche von Metallisierung frei ist. Wie aus dem Stand der Technik bekannt, befinden sich auch beim erfindungsgemäßen Filter auf dieser Stirnfläche metallische Strukturen, die als Ankoppelstrukturen ausgebildet sind bzw. solche umfassen. Beim erfindungsgemäßen Filter sind die metallischen Strukturen jedoch als metallisierte Vertiefungen in der

Stirnfläche ausgebildet. Im Unterschied zu den bekannten, plan auf der Stirnfläche aufgebrachten metallischen Strukturen besitzen die erfindungsgemäßen metallischen Strukturen eine dreidimensionale Struktur. Diese ermöglicht es in einfacherer Weise, mit Hilfe des zusätzlichen Freiheitsgrades eine gewünschte Kapazität einzustellen.

Durch eine Fase (nutzförmige Vertiefung), die an der vorderen und/oder hinteren Kante der oberen Stirnfläche ausgebildet ist, ergibt sich bei der Montage bzw. beim Verlöten des Filters auf einer Platine der Vorteil, daß sich ein Lotmeniskus ausbildet, der optisch kontrolliert werden kann. Zusätzlich hat die Fase den Vorteil, daß sie zur Einstellung der Filtercharakteristik und insbesondere zur Einstellung der Bandbreite des Mikrowellenkeramik-Filters dienen kann.

Mit der Erfindung gelingt es auch, die Variationsbreite der möglichen einstellbaren Kapazitäten zu erhöhen. Dies hat den weiteren Vorteil, daß die Größe der Ankoppelkapazität noch unabhängiger von Größe und Anordnung der elektrischen Anschlußflächen auf der Außenseite des Grundkörpers sind, die wie bei bekannten Filtern auch an einer Außenseite des keramischen Grundkörpers galvanisch isoliert zur Außenmetallisierung angeordnet sind. Werden die metallischen Strukturen als Ankoppelkapazität ausgebildet, so sind sie elektrisch leitend mit den genannten Anschlußflächen verbunden. Die Größe der Kapazität ist dabei überwiegend durch die Tiefe und Anordnung der erfindungsgemäßen metallischen Strukturen bestimmt. Dies eröffnet für Größe und Anordnung der Anschlußflächen zusätzliche Freiheitsgrade, ohne daß mit einer solchen Variation der Anschlußflächen die elektrischen Werte des Filters unzulässig verändert werden. Dies ermöglicht es, ein erfindungsgemäßes Filter in einfacher Weise an eine beliebige Schaltungsumgebung anzupassen, in die es eingelötet werden kann. Die Lage der elektrischen Anschlußflächen ist nahezu frei wählbar, zumindest jedoch in großen Bereichen variierbar.

Verkoppelt man zwei Resonatoren geeignet, so entsteht ein Filterverhalten. Zur Einstellung gewünschter Spezifikationen sind also zumindest zwei Resonatorbohrungen erforderlich. Als Ankoppelstrukturen ausgebildete metallische Strukturen bilden dabei eine Kapazität zu einer oder mehreren Resonatorbohrungen. Dies bedeutet, daß als Ankoppelstrukturen verwendete metallische Strukturen in die Nähe einer Resonatorbohrung geführt sind, aber in definiertem Abstand und galvanisch getrennt zu dieser ausgeführt sind.

Ein erfindungsgemäßes Filter kann jedoch auch als Duplexer ausgebildet sein, welcher zwei Teilfilter umfaßt, die mit einem gemeinsamen Antennenanschluß verbunden sind. Ein Duplexer wird in Endgeräten der mobilen Kommunikation eingesetzt und dient dazu, ein über die Antenne empfangenes Signal in das entsprechende Rx-Filter zu leiten, welches ausgangsseitig mit dem Rx-Pfad des Bauelements verbunden ist, in dem das empfangene Signal weiter verarbeitet wird, beispielsweise verstärkt oder nochmals gefiltert. Im Tx-Pfad des als Duplexer ausgebildeten Bauelements erzeugte elektrische Signale werden über das entsprechende Ausgangsfilter, das Tx-Filter zur Antenne geleitet. Der Duplexer gewährleistet dabei, daß sich die Pfade wechselseitig nicht beeinflussen und beispielsweise ein Tx-Signal nicht in den Rx-Pfad hineinkoppelt.

Ein als Duplexer ausgebildetes erfindungsgemäßes Filter weist zumindest drei Ankoppelstrukturen auf, die erfindungsgemäß als in die Stirnfläche versenkte Metallisierungen ausgebildet sind, bzw. als metallisierte Vertiefungen auf der Stirnfläche. Je eine der Ankoppelstrukturen ist mit den entsprechenden Anschlußflächen für den Rx-Pfad, den Antennenanschluß bzw. den Tx-Pfad elektrisch leitend verbunden. Die metallischen Strukturen bilden Ankoppelkapazitäten zu den Resonatorbohrungen aus.

Zusätzlich zu den Ankoppelkapazitäten können in einem erfindungsgemäß ausgebildeten Duplexer zusätzliche metallische

Strukturen zur Entkopplung der beiden Teilfilter (Tx-Filter bzw. Rx-Filter) vorgesehen sein. Auch diese metallischen Entkopplungs-Strukturen sind wie die genannten Ankoppelstrukturen als metallisierte Vertiefungen in der Stirnfläche ausgebildet. Die zur Entkopplung dienenden metallischen Strukturen können galvanisch isoliert sein oder mit den metallisierten Bohrungen (Resonatorbohrungen) eines Teilfilters verbunden sein. Die Entkoppelstrukturen dienen dazu, die Eigenimpedanz eines Filters zu beeinflussen und somit die Phasenlage in geeigneter Weise zu verändern. Dies geschieht in einem Spezialfall im Smith Chart, indem man versucht, Rx- und Tx-Filter jeweils in den Leerlauf zu drehen, was einer Entkopplung der beiden Pfade entspricht. Durch geeignete Wahl der Eingangsimpedanzen kann somit erreicht werden, daß sich die des Rx- und Tx-Pfads nicht mehr gegenseitig beeinflussen. Dies entspricht einer Drehung im Smith Chart und dient dazu, Rx-Filter und Tx-Filter zu entkoppeln, so daß sie gegenseitig von ihren Signalen nicht beeinflußt werden. Erfindungsgemäße Entkopplungsstrukturen können an beiden Teilfiltern angebracht werden.

Während die Resonatorbohrung eines erfindungsgemäßen Filters in der Regel über die gesamte Höhe des Grundkörpers verläuft, reicht die Vertiefung für die erfindungsgemäßen metallischen Strukturen nur bis eine Tiefe, die zirka 1 bis 20 % der gesamten Höhe des Grundkörpers aufweist. Ein Frontend-Filter, das für im Mobilfunk verwendete Frequenzen im GHz-Bereich ausgelegt ist, weist daher metallisierte Vertiefungen in der Stirnfläche auf, die eine Tiefe von 0,1 bis 1 mm besitzen. Die Tiefe der Vertiefungen in der Stirnfläche, die die räumliche Dimension der Ankoppelkapazität darstellt, läßt sich in einfacher Weise bei erfindungsgemäßen Filtern für die Einstellung der Größe der Ankoppelkapazitäten ausnutzen. Mit größerer Tiefe der Vertiefungen läßt sich eine höhere Kapazität einstellen. Bei ansonsten gleichbleibendem Flächenbedarf, bezogen auf die Stirnseite, weist eine erfindungsgemäß in Vertiefungen angeordnete Metallisierung (metallische Struk-

tur) eine entsprechend höhere Kapazität auf, bzw. bildet eine entsprechend höhere Kapazität zu den Resonatorbohrungen aus.

Ein erfindungsgemäßes Filter hat den weiteren Vorteil, daß
5 erfindungsgemäß auf der Stirnfläche in Vertiefungen ausgebildete metallische Strukturen einfacher herzustellen sind als die aus dem Stand der Technik bekannten, planen, oberflächlich aufgetragenen Metallisierungen.

10 In einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Mikrowellenkeramik-Filters mit metallischen Strukturen auf einer Stirnfläche werden daher folgende Verfahrensschritte durchgeführt:

15 Herstellen eines keramischen Grünkörpers mit einer durchgehenden Bohrung und zumindest einer Vertiefung auf einer, die Bohrung aufweisenden Stirnfläche des Grünkörpers, Sintern des Grünkörpers zu einem keramischen Grundkörper, Metallisieren des Grundkörpers, wobei auf allen Oberflächen
20 einschließlich der Vertiefung eine Außenmetallisierung und in der Bohrung eine Innenmetallisierung erzeugt wird, Mechanisches Entfernen der Außenmetallisierung auf der Stirnfläche, wobei die Metallisierung in der Vertiefung als metallische Struktur verbleibt.

25 Zur Herstellung und Strukturierung der metallischen Strukturen ist beim erfindungsgemäßen Verfahren gegenüber der Herstellung bekannter Mikrowellenkeramik-Filter kein zusätzlicher Schritt erforderlich. Die einzige Änderung ist die, daß
30 der Grünkörper mit zusätzlichen Vertiefungen erzeugt wird. Dies erfolgt jedoch integriert und stellt keinen zusätzlichen Schritt dar. Beispielsweise wird der Grünkörper mit einem Preßwerkzeug aus einer keramischen Pulvermasse, die mit einem Binder versetzt ist, hergestellt. Durch entsprechende Formgebung des Preßwerkzeugs können die Vertiefung in einfacher
35 Weise bei dem Verpressen und Herstellen des Grünkörpers mit erzeugt werden.

Gleichzeitig kann bereits beim Pressen des Grünkörpers eine Fase an der Vorderkante und oder der Hinterkante der oberen Stirnfläche miterzeugt werden.

5

Die Herstellung der Außenmetallisierung kann dabei in beliebiger und an sich bekannter Weise erfolgen. Vorteilhaft ist es beispielsweise, die Außenmetallisierung galvanisch oder elektrochemisch zu erzeugen. Dazu kann es vorteilhaft sein, zunächst eine Grundmetallisierung auf der Keramik aufzubringen, beispielsweise durch chemische Abscheidung eines geeigneten Metalls.

Wie bei bekannten Filtern ist auch bei einem erfindungsgemäßen Filter das Entfernen der Außenmetallisierung auf der Stirnfläche erforderlich. Durch die Vertiefung wird nun gewährleistet, daß die darin aufgebrachte Metallisierung auf der Stirnfläche verbleibt, die Metallisierung auf den nicht vertieften Stellen der Stirnfläche jedoch entfernt wird. In einfacher Weise kann die Außenmetallisierung auf der Stirnfläche durch Abschleifen oder Abpolieren entfernt werden.

Das galvanische Auftrennen zwischen der Außenmetallisierung und den Anschlußflächen für die kapazitive Ankopplung kann in an sich bekannter Weise erfolgen, beispielsweise ebenfalls mechanisch.

Die elektrische Verbindung der metallischen Struktur auf der Stirnfläche mit der Außenmetallisierung bzw. mit den Anschlußflächen kann in einfacher Weise durch geeignete Positionierung der Vertiefung vorgenommen werden. Die Vertiefung wird bis direkt an die Kante zwischen Stirnfläche und der für den Anschluß vorgesehenen Außenfläche des Grundkörpers geführt, so daß die genannte Kante in der Vertiefung liegt. Dies garantiert, daß beim Abschleifen der Stirnfläche ein direkter elektrischer Kontakt zwischen der Metallisierung in

der Vertiefung und der Außenmetallisierung bzw. den späteren Anschlußflächen verbleibt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die Figuren zeigen anhand schematischer und nicht maßstabsgetreuer Darstellungen verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung. Gleiche oder gleich wirkende Teile sind mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Filter in räumlicher Darstellung

Figur 1a zeigt einen Ausschnitt aus Figur 1

Figuren 2 bis 5 zeigen in schematischer Draufsicht auf die Stirnfläche unterschiedliche Anordnungen von Ankoppelstrukturen, Entkoppelstrukturen und Resonatoren.

Figur 1 zeigt in dreidimensionaler Darstellung ein erfindungsgemäßes Mikrowellenkeramik-Filter. Dieses ist aus einem dielektrischen, keramischen Grundkörper GK aufgebaut. Annähernd parallel zueinander sind Resonatorbohrungen R so im keramischen Grundkörper angeordnet, daß sie die beiden Stirnflächen SF miteinander verbinden. Der Querschnitt der Resonatorbohrungen kann beliebig gewählt werden, beispielsweise rund oder rechteckig. Vorzugsweise weisen die Resonatorbohrungen R bei der Erfindung einen sich stufenartig ändernden Querschnitt auf. In einem unteren Bereich ist der Querschnitt z.B. rund, in einem oberen Teil dagegen rechteckig. Damit wird ein Impedanzsprung erzeugt, der die Charakteristik des Filters weiter verbessert. Vorzugsweise sind die Mittelachsen von rundem und rechteckigem Querschnittsbereich nicht deckungsgleich sondern gegeneinander versetzt, was weitere Vorteile für die Filtereigenschaften mit sich bringt. Insbesondere wird der untere Teil der Resonatorbohrung durch den Ver-

satz des oberen Bohrungsabschnitts teilweise abgedeckt bzw. hinterschnitten.

Auf allen Außenflächen mit Ausnahme der dargestellten Stirnfläche SF ist eine Außenmetallisierung AM aufgebracht. Auch die Resonatorbohrungen R sind in ihrem Inneren metallisiert, jedoch nicht mit Metall gefüllt. Auf der Stirnfläche SF sind weiterhin Vertiefungen V angeordnet, deren Innenflächen ebenfalls metallisiert sind. Auf der dem Betrachter zugewandten Vorderseite des Grundkörpers GK sind elektrische Anschlußflächen AF vorgesehen, die mit Hilfe eines Isolierstreifens IS, in dem die Außenmetallisierung AM entfernt ist, galvanisch von der Außenmetallisierung getrennt sind. Die Anschlußflächen AF sind mit der Metallisierung in den Vertiefungen V galvanisch verbunden.

Figur 1a zeigt in vergrößerter Darstellung eine solche Vertiefung V in der Stirnfläche SF des keramischen Grundkörpers GK. Die in der Figur 1 dargestellte metallische Struktur in der Stirnfläche ist als kapazitive Ankoppelstruktur AK ausgebildet, deren Metallisierung eine Kapazität zu dem in der Figur linken Resonator bzw. zu der Metallisierung in der linken Resonatorbohrung R ausbildet. Die z.B. durch Schleifen erzeugten bzw. von der Außenmetallisierung befreiten Isolierstreifen können wie dargestellt teilweise abgeschrägt eingeschliffen werden. Über die beiden Anschlußflächen AF wird das Filter kontaktiert. Dazu wird das Filter mit seinen Anschlußflächen AF in geeigneter Weise auf einer Platine angebracht. An vorderer und hinterer Kante der obereren Stirnfläche SF ist ein Fase F vorgesehen, die "im Inneren", also auf allen unter der Stirnfläche liegenden Flächen metallisiert ist.

Figur 2 zeigt in einer schematischen Draufsicht auf die Stirnfläche eine weitere mögliche Anordnung von Ankoppelstrukturen und Resonatorbohrungen R. Auch dieses Filter weist zwei Anschlußflächen AF auf (in der Figur nicht dargestellt)

die über Anschlußstücke AS mit den Ankoppelstrukturen AK verbunden sind. In der Figur bildet jede der beiden Ankoppelstrukturen AK, AK' je eine Kapazität zu zwei Resonatoren bzw. zur Metallisierung in zwei Resonatorbohrungen R aus. Aus der
5 Figur wird klar, daß die Kapazität der Ankoppelstrukturen AK im wesentlichen von deren Positionierung relativ zu den Resonatorbohrungen R bestimmt ist. Dies bedeutet, daß die Anschlußstücke AS, die die Ankoppelstrukturen AK mit den Anschlußflächen auf der Vorderseite der Grundkörper verbinden,
10 bezüglich ihrer Position auf der x-Achse unkritisch für die Höhe der Ankoppelkapazität sind und daher annähernd frei auf der x-Achse verschoben werden können. Dies ermöglicht es, auch die Anschlußflächen auf der Vorderseite (nicht dargestellt) entlang der x-Achse zu verschieben und an ein gegebenes
15 Platinenlayout anzupassen.

In der Figur läßt sich auch der Versatz der beiden unterschiedlichen Abschnitte jeder Resonatorbohrung erkennen, wobei der untere Abschnitt so gegen den oberen Abschnitt versetzt sein kann, daß er wie dargestellt z.B. teilweise verdeckt ist. Die unterschiedlichen Resonatorbohrungen können in
20 einer Reihe angeordnet sein oder je nach Anwendung auch gegeneinander versetzt sein.

Figur 3 zeigt eine weitere Ausgestaltung der Erfindung. Neben den Ankoppelstrukturen AK und AK', die eine kapazitive Ankopplung von Resonatorbohrungen R an die Anschlußflächen AF (nicht dargestellt) bewirken, ist hier noch eine zusätzliche Entkopplungsstruktur ES dargestellt. Diese ist einerseits sowohl mit der Ankoppelstruktur AK als auch mit der Innenmetallisierung einer Resonatorbohrung R_E galvanisch verbunden.
30 Dies kann vorteilhaft sein, um das Filter an eine gegebene Schaltungsumgebung bezüglich der Impedanz anzupassen. Als weiteres Detail ist hier noch ein Gegenschwinger GS dargestellt, welcher einen schwach koppelnden Resonator darstellt.
35 Durch geeignete Wahl von Ankoppelstrukturen AK, Lage, Durchmesser und Länge der Resonatorbohrung R_E könne Phasenlage

und Eingangsimpedanz des Filters vorteilhaft beeinflusst werden. Die Resonatorbohrung R_E kann dazu dienen, einen Pol in der Übertragungskurve des Filters bereitzustellen, an dem das Filter eine besonders gute Dämpfung aufweist.

5

Figur 4 zeigt eine weitere Ausgestaltung der Erfindung, die ähnlich wie Figur 3 ebenfalls eine Entkopplungsstruktur ES aufweist, die sowohl mit der Ankoppelstruktur AK als auch mit einer Resonatorbohrung R_E verbunden ist. Zusätzlich weist diese Entkopplungsstruktur ES noch einen Masseanschluß MA auf, der die Entkopplungsstruktur ES mit der mit Masse verbundenen Außenmetallisierung AM verbindet. Eine erste Ankoppelstruktur AK ist kapazitiv an die erste Resonatorbohrung R1 angekoppelt. Eine zweite Ankoppelstruktur AK' ist kapazitiv an die Resonatorbohrungen R4 und R5 angekoppelt. Die Anschlußstücke AS verbinden die Ankoppelstrukturen AK mit in der Figur nicht dargestellten Anschlußflächen auf Außenseiten des Grundkörpers.

Figur 5 zeigt in schematischer Draufsicht auf die Stirnfläche eines weiteren Ausführungsbeispiels die Anordnung von Ankoppelstrukturen, Entkopplungsstrukturen und Resonatorbohrungen eines Duplexers. Dieser weist drei Anschlußflächen auf (nicht dargestellt), die über Anschlußstücke AS, AS' und AS'' mit entsprechenden Ankoppelstrukturen AK, AK' und AK'' verbunden sind. Eine erste Ankoppelstruktur ist an eine erste Resonatorbohrung R1 kapazitiv angekoppelt. Eine zweite Ankoppelstruktur AK' ist kapazitiv mit den Resonatorbohrungen R3 und R5 gekoppelt. Die Resonatorbohrung R4 ist über eine Entkopplungsstruktur galvanisch mit der Ankoppelstruktur AK' verbunden und damit entkoppelt. Eine dritte Ankoppelstruktur AK'' ist kapazitiv an die Resonatorbohrung R7 gekoppelt. Weitere metallische Strukturen, die erfindungsgemäß als Metallisierungen in einer Vertiefung ausgebildet sind, sind in der Nähe von aber im Abstand zu Resonatorbohrungen R2 und R6 ausgebildet. Über entsprechende Anschlußstücke sind diese metallischen Strukturen mit der Außenmetallisierung verbunden. Sie

dienen dazu, die Resonatorbohrungen R2 und R6 kapazitiv zu entkoppeln.

Im erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Mikrowellenkeramik-Filters wird zunächst ein ke-
5 ramischer Grünkörper hergestellt. Dazu wird eine Keramik mit geeigneter Dielektrizitätskonstante zu einem Pulver vermahlen und mit einem Binder plastifiziert. Die Formgebung des Grünkörpers erfolgt in einer Presse, wobei die äußere Form des
10 Grünkörpers erzeugt und gleichzeitig die Resonatorbohrungen R ebenso wie die Vertiefungen V in dem Grünkörper mit eingepreßt werden.

Anschließend wird der Grünkörper gesintert, wobei der Binder
15 ausgebrannt und die keramische Struktur verdichtet und gefestigt wird. Der so entstandene Grundkörper GK wird anschließend an allen freiliegenden Oberflächen metallisiert.

Eine geeignete Mindestschichtdicke für die Metallisierung beträgt beispielsweise 5 - 20 μm . Eine zu hohe Schichtdicke
20 wird jedoch vermieden, da sie für die Bauelementeigenschaften nachteilig ist. Anschließend erfolgt ein mechanisches Abschleifen der Außenmetallisierung AM im Bereich der Stirnfläche SF, wobei die Metallisierung in den Vertiefungen V ver-
5 bleibt.

In einem weiteren Schritt wird anschließend auf der Frontseite eine galvanische Trennung der Anschlußflächen AF von der restlichen Außenmetallisierung vorgenommen, was beispielsweise
30 ebenfalls auf mechanischem Wege erfolgen kann, etwa durch eine Schleifscheibe, die mit abrasivem Material bestückt ist. Diese wird in geeigneter Weise über die Oberfläche geführt, so daß ein Isolierstreifen IS entsteht und die Anschlußflächen AF elektrisch von der Außenmetallisierung AM isoliert
35 werden. Nach diesem Verfahrensschritt ist ein funktionsfähiges Filter fertiggestellt. Die durch die Metallisierung in Bohrungen gebildeten sogenannten $\lambda/4$ Resonatoren sind auf der

Stirnfläche im Leerlauf, auf der gegenüberliegenden in der Figur 1 nicht dargestellten Stirnfläche dagegen mit der Außenmetallisierung kurzgeschlossen. Über die Länge der Resonatorbohrungen bzw. über die Höhe des keramischen Grundkörpers
5 läßt sich in einfacher Weise die Resonanzfrequenz der Resonatoren einstellen.

In weiterer Ausgestaltung können die Filter in an sich bekannter Weise weiter modifiziert werden, beispielsweise indem
10 die Resonatorbohrungen mit nicht geradlinig durchgehender Bohrung ausgeführt werden. Möglich ist es auch, die Resonatorbohrungen so auszuführen, daß sie in verschiedenen Abschnitten unterschiedliche Querschnittsflächen oder Querschnittsformen aufweisen. Möglich ist es auch, eine Unstetig-
15 keit im keramischen Grundkörper zu erzeugen und den Grundkörper quer zu den Resonatorbohrungen aufgeteilt aus zwei keramischen Teilkörpern herzustellen. Die Teilkörper werden aus zwei keramischen Materialien mit unterschiedlicher Dielektrizitätskonstante hergestellt.

20

Obwohl in den Ausführungsbeispielen nur eine beschränkte Anzahl möglicher Strukturen auf der Stirnfläche erfindungsgemäßer Filter beschrieben werden konnte, ist die Erfindung nicht auf diese beschränkt. Es ist möglich, Ankoppelstrukturen, Entkoppelstrukturen und weitere metallische Strukturen auf
5 der Oberfläche in beliebiger Anzahl und Formgebung herzustellen, um die Eigenschaften des Filters in einer gewünschten Weise zu verändern. Ein erfindungsgemäßes Filter ist auch nicht auf die angegebenen Materialien, auf die Anzahl der
30 dargestellten Bohrungen oder auf irgendwelche Frequenzen beschränkt.

Patentansprüche

1. Mikrowellenkeramik Filter,

- mit einem keramischen Grundkörper (GK),
- 5 - mit einer metallisierten Bohrung (R) im Grundkörper,
- mit einer geschlossenen Außenmetallisierung (AM), die, mit Ausnahme einer Stirnfläche (SF), auf allen Außenflächen des Grundkörpers angeordnet ist,
- mit metallischen Strukturen (AK,AS,ES) auf der Stirnflä-
- 10 che, die Ankoppelstrukturen (AK) umfassen,

dadurch gekennzeichnet,

- daß die metallischen Strukturen als metallisierte Vertiefungen (V) der Stirnfläche (SF) ausgebildet sind.

15 2. Filter nach Anspruch 1,

bei dem die metallischen Strukturen (AK,AS,ES) mit einer gegen die Außenmetallisierung (AM) elektrisch isolierten Anschlußfläche (AF) auf einer die Unterseite darstellenden Außenseite verbunden sind.

20 3. Filter nach Anspruch 1 oder 2,

das zumindest zwei metallisierte Bohrungen (R) für zwei Teilfilter eines Duplexers umfaßt und zumindest drei als Ankoppelstrukturen (AK) ausgebildete metallische Strukturen auf-

25 weist.

4. Filter nach Anspruch 3,

bei dem auf der Stirnfläche (SF) zumindest eine weitere metallische Struktur (ES) zur Entkopplung der beiden Teilfilter

30 des Duplexers vorgesehen ist.

5. Filter nach einem der Ansprüche 1 - 4,

bei dem die Vertiefung (V) eine Tiefe zwischen 1 und 20% der gesamten Höhe des Grundkörpers (GK) aufweist.

35 6. Filter nach einem der Ansprüche 1 - 5,

bei dem die Vertiefung (V) eine Tiefe von 0,1 bis 1 mm aufweist.

7. Filter nach einem der Ansprüche 1 - 6,

5 bei dem über die Tiefe der metallischen Strukturen (AK) die kapazitive Kopplung zur metallisierten Bohrung (R) einstellbar ist.

8. Filter nach einem der Ansprüche 4 - 6,

10 bei dem die zur Entkopplung ausgebildeten metallischen Strukturen (ES) galvanisch mit einer der metallisierten Bohrungen (R) verbunden sind.

9. Verfahren zur Herstellung eines Mikrowellenkeramik-

15 Filters mit metallischen Strukturen (AK,AS,ES) auf einer Stirnfläche (SF), mit den folgenden Verfahrensschritten:

- Herstellen eines keramischen Grünkörpers mit einer durchgehenden Bohrung und zumindest einer Vertiefung (V) auf einer die Bohrung aufweisenden Stirnfläche (SF) des Grünkörpers,

20 - Sintern des Grünkörpers zu einem keramischen Grundkörper (GK)

- Metallisieren des Grundkörpers, wobei auf allen Oberflächen einschließlich der Innenflächen der Vertiefung eine Außenmetallisierung und in der Bohrung (R) eine Innenmetallisierung erzeugt wird,

25 - mechanisches Entfernen der Außenmetallisierung (AM) auf der Stirnfläche (SF), wobei die Metallisierung in der Vertiefung (V) als metallische Struktur (AK,AS,ES) verbleibt.

30

10. Verfahren nach Anspruch 9,

bei dem der keramische Grünkörper durch Pressen eines mit einem Binder versetzten keramischen Pulvers mit Hilfe eines Preßwerkzeugs erfolgt, wobei durch eine entsprechende Formgebung des Preßwerkzeugs gleichzeitig mit der Formung des Grünkörpers die Bohrung und die Vertiefung (V) erzeugt werden.

35

11.Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10,
bei dem die Metallisierung an der Stirnfläche (SF) des Grund-
körpers (GK) abgeschliffen wird.

- 5 12.Verfahren nach einem der Ansprüche 9 - 11,
bei dem an einer als Unterseite vorgesehenen Außenfläche als
elektrische Anschlußflächen (AF) vorgesehene Flächenbereiche
der Außenmetallisierung (AM) galvanisch von dieser getrennt
werden, wobei die Anschlußflächen mit den als Ankoppelstruk-
10 turen (AK) vorgesehenen metallischen Strukturen auf der
Stirnfläche (SF) elektrisch leitend verbunden bleiben.

Zusammenfassung

Mikrowellenkeramik-Filter mit verbesserter Ankopplung und
Verfahren zur Herstellung

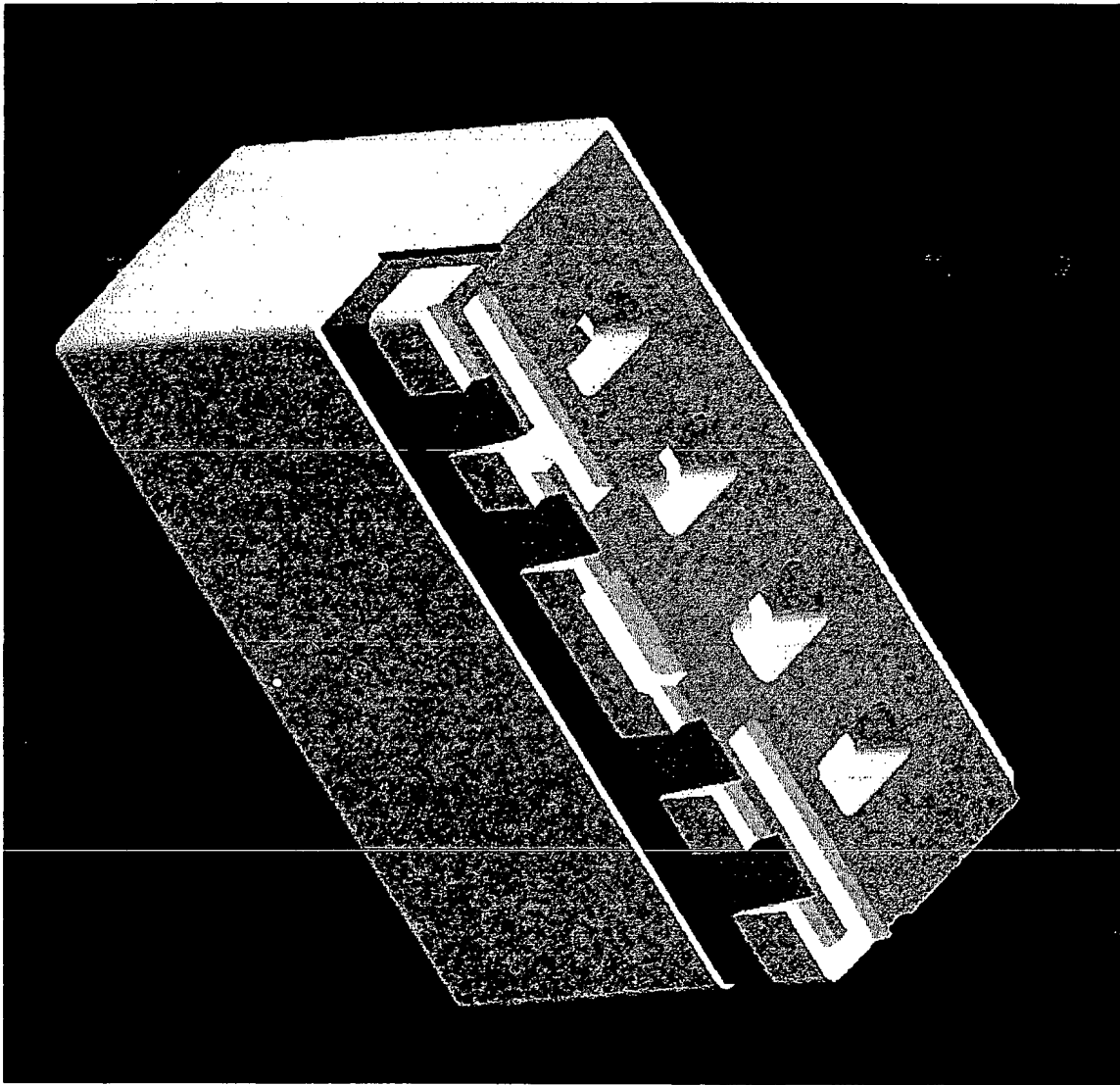
5

In einem Mikrowellenkeramik-Filter, das einen keramischen
Grundkörper (GK), darin eingebrachte metallisierte Bohrungen
(R) und eine allseitig geschlossene Außenmetallisierung (AM)
mit Ausnahme der Stirnfläche (SF) aufweist, werden auf der
10 nicht metallisierten Stirnfläche metallische Strukturen in
Form von metallisierten Vertiefungen (V) in der Stirnfläche
ausgebildet. Diese können als Ankoppelstrukturen (AK) und
Entkoppelstrukturen (ES) eingesetzt werden. Über die Tiefe
der Vertiefungen läßt sich in einfacher Weise deren Kapazität
15 einstellen. Größe und der Lage der Anschlußflächen für diese
Ankoppelstrukturen können unabhängig auf einer Außenseite des
keramischen Grundkörpers gestaltet werden.

Figur 1, 1a

1/4

Fig 1



2/4

Fig 1A

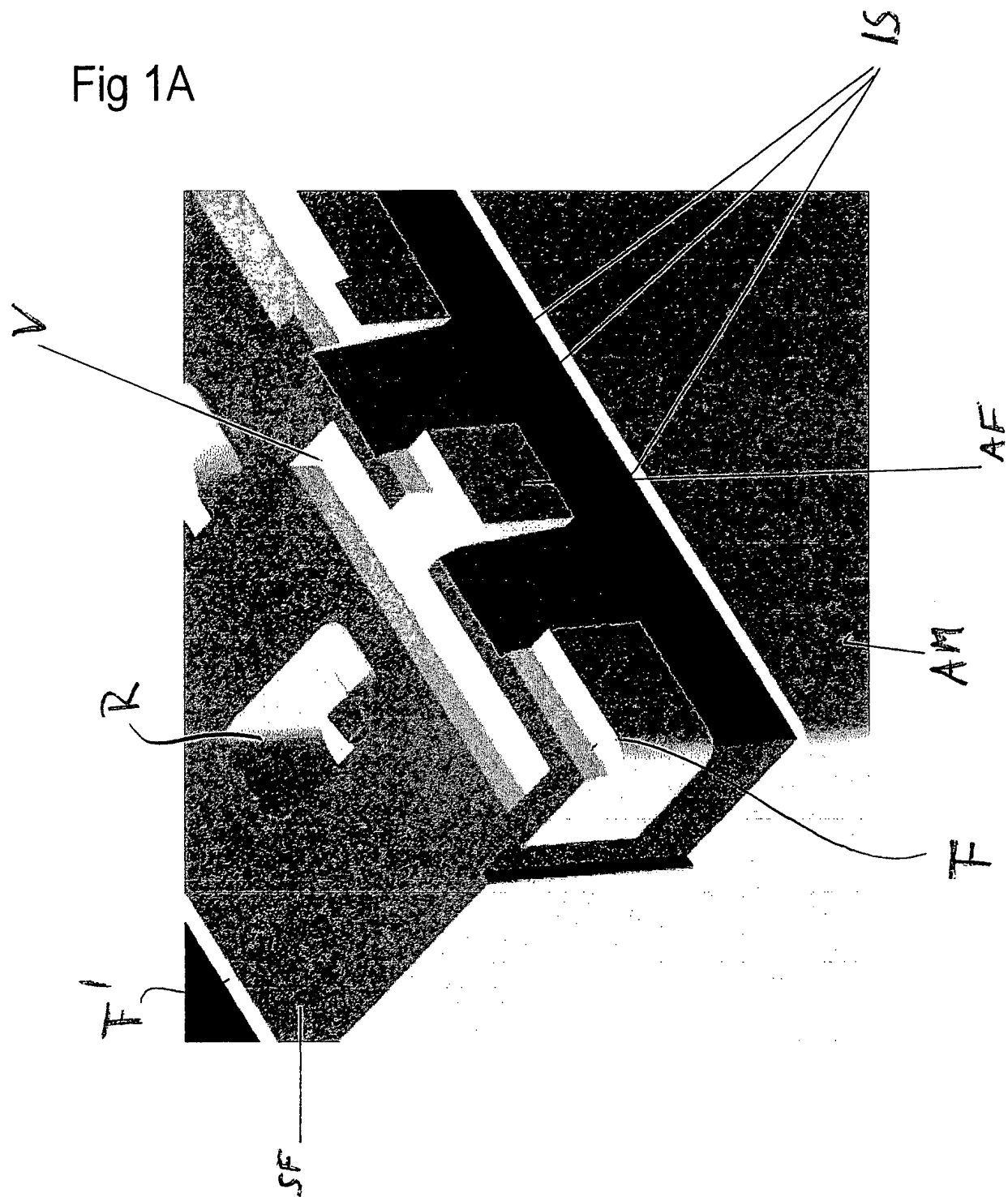


Fig 2

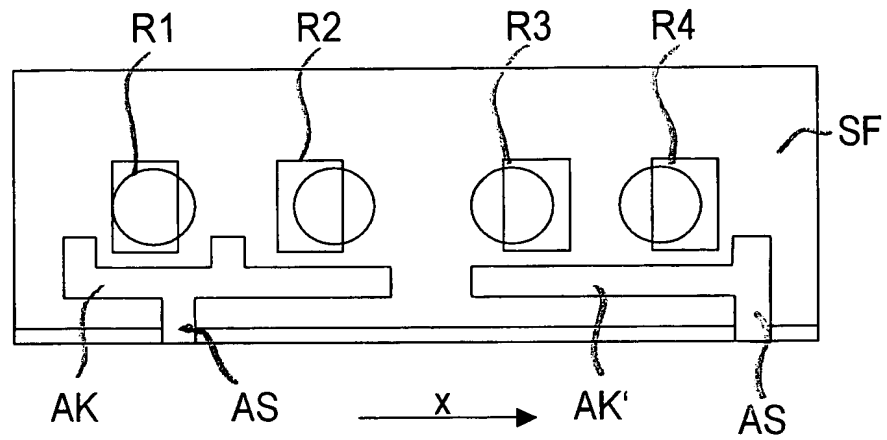


Fig 3

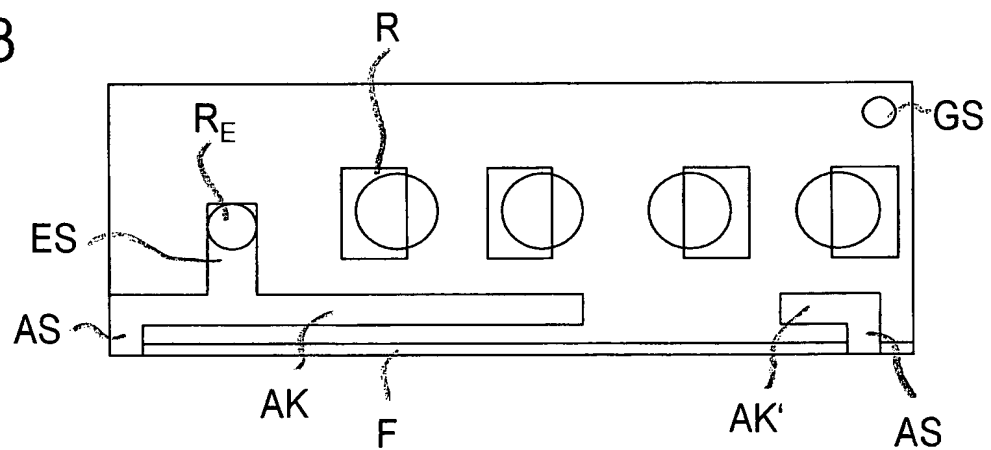


Fig 4

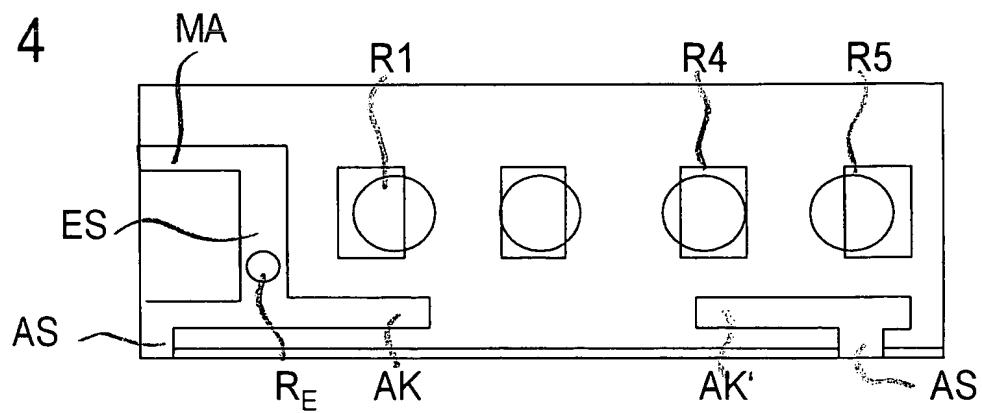


Fig 5

